

【公報種別】特許公報の訂正

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】令和4年6月2日(2022.6.2)

【特許番号】特許第7053679号(P7053679)

【登録日】令和4年4月4日(2022.4.4)

【特許公報発行日】令和4年4月12日(2022.4.12)

【年通号数】登録公報(特許)2022-063

【出願番号】特願2019-569365(P2019-569365)

【訂正要旨】特許権者の住所の誤載により、下記のとおり全文を訂正する。

10

【国際特許分類】

A 6 1 B 6/08(2006.01)

【F I】

A 6 1 B 6/08 3 1 0

【記】別紙のとおり

20

30

40

50

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7053679号

(P7053679)

(45)発行日 令和4年4月12日(2022.4.12)

(24)登録日 令和4年4月4日(2022.4.4)

(51)国際特許分類

A 6 1 B 6/08 (2006.01)

F I

A 6 1 B 6/08 3 1 0

請求項の数 11 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-569365(P2019-569365)	(73)特許権者	590000248
(86)(22)出願日	平成30年6月15日(2018.6.15)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65)公表番号	特表2020-524546(P2020-524546		ヴェ
	A)		Koninklijke Philips
(43)公表日	令和2年8月20日(2020.8.20)		N.V.
(86)国際出願番号	PCT/EP2018/066032		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
(87)国際公開番号	WO2018/229286		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(87)国際公開日	平成30年12月20日(2018.12.20)	(74)代理人	110001690
審査請求日	令和3年5月11日(2021.5.11)		特許業務法人M&Sパートナーズ
(31)優先権主張番号	17176201.6	(72)発明者	セネガス ジュリアン
(32)優先日	平成29年6月15日(2017.6.15)		オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
早期審査対象出願		(72)発明者	ジョッケル サシャ アンドレアス
			オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
			ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 X線撮影装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線の範囲を制限するコリメータを含むX線源と、
前記X線源に対して被写体を収容するための検査領域を形成するように配置されるX線検出器と、
前記検査領域を見るための位置及び向きに配置され、カメラ空間座標系内で奥行画像を取得するカメラであって、ピクセル値は該奥行画像内において対応するピクセルに関する距離を表し、前記カメラの前記位置及び向きは基準空間座標系に対して、前記カメラ空間座標系内の空間点を前記基準空間座標系における対応する空間点にマッピングするマッピング関数を生じるように較正され、前記基準空間座標系はX線撮影装置の幾何学的パラメータに基づいて定められ、前記カメラは、前記カメラ空間座標系内で前記被写体の奥行画像を取得する、カメラと、
前記マッピング関数を使用して前記カメラ空間座標系内の前記被写体の前記奥行画像を前記基準空間座標系に変換して、前記基準空間座標系内で2D(2次元)画像を発生し、
前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における前記X線の範囲の表示情報を発生し、
前記2D画像と前記X線の範囲の前記表示情報との合成2D画像を発生する、
プロセッサ回路と、
前記合成2D画像をディスプレイへ出力する出力ユニットと、
を含む、X線撮影装置。

【請求項2】

前記 X 線検出器は X 線の暴露レベルを測定する少なくとも 1 つの暴露チェンバを含み、前記プロセッサ回路が、
前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生し、
前記少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の前記表示情報を含む前記合成 2 D 画像を発生する、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 3】

前記 X 線検出器は X 線を検出する作用領域を含み、前記プロセッサ回路が、前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における該作用領域の範囲の表示情報を発生し、該作用領域の範囲の前記表示情報を含む前記合成 2 D 画像を発生する、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

10

【請求項 4】

前記 X 線検出器は横方向及び長手方向軸を含み、前記プロセッサ回路が前記基準空間座標系内の該横方向軸及び長手方向軸のうちの少なくとも 1 つの表示情報を発生し、該横方向軸及び長手方向軸のうちの少なくとも 1 つの前記表示情報を含む前記合成 2 D 画像を発生する、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 5】

X 線撮影装置のための画像を提供する方法であって：前記方法は、
X 線源を X 線検出器に対して被写体を収容するための検査領域を形成するように配置するステップであって、前記 X 線源は X 線の範囲を制限するコリメータを含み、基準空間座標系が前記 X 線撮影装置の幾何学的パラメータに基づいて定められるステップと；
前記検査領域を見るための位置及び向きにカメラを位置決めするステップと；
前記カメラによりカメラ空間座標系内で前記被写体の奥行画像を取得するステップであって、ピクセル値が該奥行画像内において対応するピクセルに関する距離を表すステップと；
プロセッサ回路によりマッピング関数を用いて前記カメラ空間座標系内の前記被写体の前記奥行画像を前記基準空間座標系に変換して、前記基準空間座標系内で 2 D 画像を発生するステップであって、前記マッピング関数は、前記カメラの前記位置及び向きが前記基準空間座標系に対して、前記カメラ空間座標系内の空間点を前記基準空間座標系における対応する空間点にマッピングする、ステップと；
前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における前記 X 線の範囲の表示情報を発生するステップと；
前記 2 D 画像と前記 X 線の範囲の前記表示情報との合成 2 D 画像を発生するステップと；
前記合成 2 D 画像をディスプレイへ出力するステップと；
を有する、方法。

20

30

【請求項 6】

前記 X 線検出器は X 線の暴露レベルを測定する少なくとも 1 つの暴露チェンバを含み、当該方法は前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生し、該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の前記表示情報を有した前記合成 2 D 画像を発生するステップを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

40

前記 X 線検出器は X 線を検出する作用領域を含み、当該方法は前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における該作用領域の範囲の表示情報を発生し、該作用領域の範囲の前記表示情報を有した前記合成 2 D 画像を発生するステップを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

少なくとも 1 つのプロセッサにより実行されると、前記少なくとも 1 つのプロセッサに、X 線撮影装置のための画像を提供する方法を実行させる、1 以上の実行可能な命令を記憶した非一時的コンピュータ可読媒体であって：前記方法は、
X 線源を X 線検出器に対して被写体を収容するための検査領域を形成するように配置するステップであって、前記 X 線源は X 線の範囲を制限するコリメータを含み、基準空間座標

50

系が前記 X 線撮影装置の幾何学的パラメータに基づいて定められるステップと；
前記検査領域を見るための位置及び向きにカメラを位置決めするステップと；
前記カメラによりカメラ空間座標系内で前記被写体の奥行画像を取得するステップであって、ピクセル値が該奥行画像内において対応するピクセルに関する距離を表すステップと；
プロセッサ回路によりマッピング関数を用いて前記カメラ空間座標系内の前記被写体の前記奥行画像を前記基準空間座標系に変換して、前記基準空間座標系内で 2 D 画像を発生するステップであって、前記マッピング関数は、前記カメラの前記位置及び向きが前記基準空間座標系に対して、前記カメラ空間座標系内の空間点を前記基準空間座標系における対応する空間点にマッピングする、ステップと；
前記基準空間座標系内での前記被写体の位置における前記 X 線の範囲の表示情報を発生するステップと；
前記 2 D 画像と前記 X 線の範囲の前記表示情報との合成 2 D 画像を発生するステップと；
前記合成 2 D 画像をディスプレイへ出力するステップと；
を有する、非一時的コンピュータ可読媒体。

10

【請求項 9】

前記カメラの前記位置及び向きは前記基準空間座標系に対して、前記 X 線撮影装置の前記幾何学的パラメータのリアルタイム値との組み合わせで、前記カメラ空間座標系内の前記空間点を前記基準空間座標系における前記対応する空間点にマッピングするマッピング関数を生じるように較正される、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 10】

前記被写体に投影される照準のオーバーレイの位置及び寸法は、前記 X 線源までの距離からは独立である、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

20

【請求項 11】

前記被写体に投影される照準のオーバーレイの位置及び寸法は、光プロジェクタを用いて投影して得られる照準のオーバーレイの位置及び寸法に合致する、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、X線撮影装置、X線撮影装置のための画像を供給する方法、並びにコンピュータプログラム要素及びコンピュータ読取可能な媒体に関する。

【背景技術】**【0002】**

本発明の一般的背景は放射線撮影である。放射線撮影検査においては、患者をX線検出器に対して正確に位置決めすると共に、幾何学的設定及びシステムパラメータを患者の解剖構造に適合させることが必要とされる。例えば、自動露出制御（AEC）のために使用される暴露チェンバ（exposure chamber）は、標的解剖構造の背後に正確に位置する必要がある。同様に、コリメーションウインドウの寸法は、撮像されるべき身体部分の寸法に適合するように調整されなければならない。

【0003】

現在のシステムにおいては、操作者を誘導するための手段として視覚マーカ（例えば、検出カバー上の暴露チェンバの図）及びシーン（検出器、患者）上に直接投影される可視光を用いることが現状技術である。例えば、コリメーションウインドウ及び暴露チェンバが光源及びスライド型装置を用いてシーン上に投影され、操作者が患者上の投影された形状を見ることにより現在の設定をチェックすることができるようにする。

【0004】

現状技術は明らかな制限を有する。即ち、検査室における光条件及び患者の衣服に依存して、全ての必要な情報が得られるというものではなく、投影されたライトフィールドの視認性は非常に限定され得る。また、理想的には、いずれの視覚的障害物も回避するために操作者は患者をX線源に等しい位置から見る必要があり、このことは、システム設定パネルと観察点との間を前後に反復して移動することを要する。

【0005】

通常のビデオカメラ及びオーバーレイ（重ね合わせ）を用いる他の方法も、幾何学的不正確さ及び障害物の影響を受ける。ビデオカメラをX線源の位置に配置することができず、シーンの斜位像がキャプチャされるからである。

【0006】

国際特許出願公開第2015/081295号は、投影及び断層撮影X線における品質を改善するシステム及び方法であって、自身からの患者の少なくとも1つの身体部分の奥行きを測定するための奥行感知装置及び該奥行情報を用いて当該身体部分の厚さ及び/又は周辺長を計算する制御ユニットを含むものを記載している。該計算された厚さ及び周辺長情報は、当該身体部分に対するX線露出の最適レベルを決定するために使用される。該システム及び方法は、検査されるべき身体部分を識別すると共に該識別された身体部分のいずれの動きも検出するためのカメラを含む。しかしながら、X線撮影装置の操作者に供給される画像を改善する必要性が存在する。

【0007】

国際特許出願公開第2016/001130号は、被写体のX線画像を撮影するためにX線撮像システムを自動的に設定する方法を記載している。まず、少なくともX線源のX線束によりカバーされる領域をカバーする1以上のデプスカメラから1以上の奥行画像が取得される。次いで、該奥行画像（又は複数の奥行画像）から被写体の厚さが決定される。次いで、この厚さ値は、当該被写体を経る前記X線束の透過長及び撮像される組織型についての知識を考慮に入れることにより、該X線撮像システムの線量設定に変換される。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

X線撮影装置の操作者に画像を供給するための改善された装置を有することが有利であろう。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の上記目的は独立請求項の主題により解決され、更なる実施態様は従属請求項に含まれる。本発明の以下に記載される態様及び例は、X線撮影装置、X線撮影装置のための画像を供給する方法、並びにコンピュータプログラム要素及びコンピュータ読取可能な媒体にも当てはまることに注意すべきである。

【0010】

第1態様によれば、X線撮影装置が提供され、該X線撮影装置は、
X線源と、
X線検出器と、
カメラと、
処理ユニットと、
出力ユニットと、
を有する。

10

【0011】

前記X線源は、前記X線検出器に対して被写体の収容のための検査領域を形成するように配置されるよう構成される。基準空間座標系が、当該X線撮影装置の幾何学的パラメータに基づいて定められる。前記カメラは、前記検査領域を見るための位置及び向きに配置されるように構成されると共に、カメラ空間座標系内で奥行画像を取得するように構成され、該奥行画像内において各ピクセル値は対応するピクセルに関する距離を表す。前記カメラの位置及び向きは、前記基準空間座標系に対して、前記カメラ空間座標系内の空間点を前記基準空間座標系における対応する空間点にマッピングするマッピング関数を生じるように較正されている。該カメラは、前記カメラ空間座標系内で前記被写体の奥行画像を取得すると共に、該奥行画像を前記処理ユニットに供給するよう構成される。前記処理ユニットは、前記マッピング関数を使用して前記カメラ空間座標系内の前記被写体の奥行画像を前記基準空間座標系に変換すると共に、該基準空間座標系内で合成画像を発生するように構成される。前記出力ユニットは、前記合成画像を出力するように構成される。

20

【0012】

このようにして、被検者等の被写体の画像を操作者に対して、該画像が当該カメラの実際の位置におけるカメラによってではなく当該X線源の位置に配置されたカメラによって取得されたかのように提示することができる。他の例として、当該被写体の画像を操作者に対して該画像が、必要なら、当該X線源以外の位置に配置されたカメラによって取得されたかのように提示することもできる。このように、当該検査領域内での被写体の視差効果が低減された最適且つ効率的な位置決めが促進される。このようにして、患者をX線検出器に対して正確に位置決めすることができると共に、当該X線装置の幾何学的構造及びシステムパラメータを患者の解剖学的構造に適切に適応させることができる。このように、操作者にはX線源により見られたような検査領域内の患者の位置（姿勢）の画像が提供されるので、該操作者は自動露出制御のために使用される暴露チェンバが患者の人体構造の背後に正確に位置することを確認することができる。更に、該操作者はX線源のコリメーションウィンドウを当該被写体（患者の身体部分）の寸法に合うように最適に調整することができる。

30

40

【0013】

第1態様において、前記X線源は当該X線の範囲（広がり）を制限するように構成されたコリメータを有し、前記処理ユニットは、前記基準空間座標系内での前記X線の範囲の表示情報を発生するように構成されると共に、前記合成画像を該X線の範囲の表示情報と共に発生するように構成される。

【0014】

言い換えると、前記X線源はコリメーションウィンドウを有し、前記合成画像には前記被写体における該コリメーションウィンドウの寸法の指示情報が重畳される。このようにして、操作者は、最適な放射線検査を提供するために、検査領域内で被写体を移動させるこ

50

とができ及び／又はコリメーションウインドウの大きさを変化させることができる。

【 0 0 1 5 】

該第 1 態様において、前記処理ユニットは、前記被写体の位置において前記 X 線の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【 0 0 1 6 】

言い換えると、前記 X 線源は或る角度的及び空間的広がりにより X 線を放出するよう構成され、前記処理ユニットは被写体の位置において該 X 線の広がり範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。このように、操作者には、X 線源の視点からのコリメーションウインドウの大きさの指示情報が提供されるのみならず、被写体において該ウインドウがどのような大きさであるかの情報も提供される。このことは、X 線検出器に非常に近い被写体又は被写体の部分及び該検出器から遙かに遠い被写体も考慮に入れる。

10

【 0 0 1 7 】

一例において、前記 X 線検出器は X 線の暴露レベルを測定するよう構成された少なくとも 1 つの暴露チェンバを有し、前記処理ユニットは前記基準空間座標系内での該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生するように構成される。この場合、前記処理ユニットは、該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有する合成画像を発生するように構成される。

【 0 0 1 8 】

このようにして、操作者は、X 線が X 線源から検出器まで辿る実際の経路を考慮に入れる自動露出制御のために使用される暴露チェンバに対して当該被写体（例えば、患者）が正しく位置決めされることを確かめることができる。前記合成画像は当該 X 線源の視点から、及びその X 線検出器に対する関係から取得されるからである。

20

【 0 0 1 9 】

一例において、前記処理ユニットは前記被写体の位置において前記少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【 0 0 2 0 】

一例において、前記 X 線検出器は X 線を検出するよう構成された作用領域を有し、前記処理ユニットは前記基準空間座標系内に該作用領域の範囲の表示情報を発生するように構成される。該処理ユニットは、この場合、上記作用領域の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

30

【 0 0 2 1 】

一例において、前記処理ユニットは前記被写体の位置に前記作用領域の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【 0 0 2 2 】

一例において、前記 X 線検出器は横方向及び長手方向軸を有し、前記処理ユニットは前記基準空間座標系内で該横方向軸及び／又は長手方向軸の表示情報を発生するよう構成される。この場合、該処理ユニットは、該横方向軸及び／又は長手方向軸の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【 0 0 2 3 】

このようにして、操作者には当該装置に対する被写体（例えば、患者）の正しい位置合わせを可能にする助けとなる更なる手段が提供される。

40

【 0 0 2 4 】

言い換えると、当該 X 線検出器に関する対称軸が、患者が該 X 線検出器に対して良好に位置合わせされていることをチェックするために利用可能となる。

【 0 0 2 5 】

一例において、前記カメラは 2 D 画像を取得すると共に該画像を前記処理ユニットに供給するよう構成され、前記処理ユニットは該 2 D 画像の利用を含んだ合成画像を発生するよう構成される。

【 0 0 2 6 】

このようにして、実際のテクスチャを備える合成画像を発生することができる。

50

【 0 0 2 7 】

このように、当該奥行画像は、2つの次元を有するので、2D画像であると考えることができるが、ここでは、該奥行画像に対する、例えば、多チャンネル（カラー）又は単一チャンネル（単色）の何れかである追加の画像が取得され、その場合、ピクセル値は当該シーンの奥行以外の特性、例えば所与のスペクトル範囲内の反射光の量；及び熱画像等を表す。

【 0 0 2 8 】

第2態様によれば、X線撮影装置のための画像を提供する方法が提供され、該方法は：

a) X線源をX線検出器に対して被写体の収容のための検査領域を形成するように配置するステップであって、基準空間座標系が前記X線撮影装置の幾何学的パラメータに基づいて定められるステップと；

10

b) 前記検査領域を見るための位置及び向きにカメラを位置決めするステップと；

c) 前記カメラによりカメラ空間座標系内で前記被写体の奥行画像を取得するステップであって、該奥行画像内において各ピクセル値が対応するピクセルに関する距離を表すステップと；

d) 処理ユニットによりマッピング関数を用いて前記カメラ空間座標系内の前記被写体の奥行画像を前記基準空間座標系に変換するステップであって、前記カメラの位置及び向きが前記基準空間座標系に対して前記カメラ空間座標系内の空間点を前記基準空間座標系における対応する空間点にマッピングする前記マッピング関数を生じるように較正されているステップと；

20

i) 前記基準空間座標系内で合成画像を発生するステップと；

j) 前記合成画像を出力ユニットにより出力するステップと；

を有する。

【 0 0 2 9 】

該第2態様において、前記X線源はX線の範囲を制限するコリメータを有し、当該方法は、前記処理ユニットにより前記基準空間座標系内の前記X線の範囲の表示情報を発生するステップe)を有し、前記ステップi)は前記X線の範囲の表示情報を伴う合成画像を発生するステップを有する。

【 0 0 3 0 】

該第2態様において、前記ステップi)は前記被写体の位置に前記X線の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するステップを有する。

30

【 0 0 3 1 】

一例において、前記X線検出器はX線の暴露レベルを測定するように構成された少なくとも1つの暴露チェンバを有し、当該方法は前記処理ユニットにより前記基準空間座標系内で該少なくとも1つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生するステップf)を有し、前記ステップi)は該少なくとも1つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有した合成画像を発生するステップを有する。

【 0 0 3 2 】

一例において、前記X線検出器はX線を検出する作用領域を有し、当該方法は前記処理ユニットにより前記基準空間座標系内で該作用領域の範囲の表示情報を発生するステップg)を有し、前記ステップi)は該作用領域の範囲の表示情報を有した合成画像を発生するステップを有する。

40

【 0 0 3 3 】

他の態様によれば、上述した装置及び/又はシステムを制御するコンピュータプログラム要素であって、処理ユニットにより実行された場合に上述した方法のステップを実行するように構成されたコンピュータプログラム要素が提供される。

【 0 0 3 4 】

他の態様によれば、上述したコンピュータプログラム要素を記憶したコンピュータ読取可能な媒体が提供される。

【 0 0 3 5 】

50

有利にも、上記態様の何れかにより提供される利点は他の態様の全てに等しく当てはまり、その逆でもある。

【 0 0 3 6 】

本発明の上記及び他の態様は、後述する実施態様から明らかとなり斯かる実施態様を参照して解明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】図 1 は、X 線撮影装置の一例の概略構成を示す。

【図 2】図 2 は、X 線撮影装のための画像を供給する方法を示す。

【図 3】図 3 は、X 線管支持体上に取り付けられた 3 D カメラを備える X 線源 (X 線管) の一例を示す。

【図 4】図 4 は、オーバーレイを伴う及び伴わない画像並びに或る画像において幾何学的補正を受けたオーバーレイを示す。

【図 5】図 5 は、幾何学的補正を受けていない及び幾何学的補正を受けたオーバーレイを伴う画像を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 8 】

以下、例示の実施態様を、添付図面を参照して説明する。

【 0 0 3 9 】

図 1 は、X 線撮影装置 1 0 の一例を示す。該 X 線撮影装置は、X 線源 2 0、X 線検出器 3 0、カメラ 4 0、処理ユニット 5 0 及び出力ユニット 6 0 を有する。X 線源 2 0 は、X 線検出器 3 0 に対して被写体の収容のための検査領域を形成するように配置されるよう構成される。X 線撮影装置 1 0 の幾何学的パラメータに基づいて、基準空間座標系が定められる。カメラ 4 0 は、前記検査領域を見るための位置及び向きに配置されるよう構成される一方、該カメラ 4 0 はカメラ空間座標系内で奥行画像を取得するように構成され、該奥行画像内においてピクセル値は対応するピクセルに関する距離を表す。上記カメラの位置及び向きは、基準空間座標系に対して、カメラ空間座標系内の空間点を基準空間座標系における対応する空間点にマッピングするマッピング関数を生じさせるように調整 (較正) されている。カメラ 4 0 は、カメラ空間座標系内で被写体の奥行画像を取得すると共に、該奥行画像を処理ユニット 5 0 に供給するよう構成される。処理ユニット 5 0 は、前記マッピング関数を使用してカメラ空間座標系内の被写体の奥行画像を基準空間座標系に変換すると共に、該基準空間座標系内に合成画像を発生するように構成される。出力ユニット 6 0 は、該合成画像を出力するように構成される。

【 0 0 4 0 】

一例において、前記マッピング関数は基準空間座標系内の空間点をカメラ空間座標系における対応する空間点にマッピングする。

【 0 0 4 1 】

一例において、当該基準空間座標系を定義するために使用される X 線撮影システムの幾何学的パラメータは：X 線検出器に対する X 線源の位置；線源 / 受像器間距離 (S I D) ；X 線検出器の高さ；X 線検出器の幅；X 線源の高さ；X 線源の幅；X 線源の回転角度；X 線検出器の長手方向及び横方向位置；X 線源の長手方向及び横方向位置；X 線検出器の及び / 又は X 線源の回転角度 (ロール、ピッチ、ヨー) ；の 1 以上を有する。このようにして、X 線検出器は基準空間座標系内で完全に定義することができ、X 線源は基準空間座標系内で完全に定義することができる。

【 0 0 4 2 】

一例において、当該カメラは、奥行画像を取得することに加えて、当該シーンの “ 通常の ” 画像を R、G 若しくは B 等のカラーで又はグレースケール (単色若しくは赤外) で取得するようにも構成される。一例において、当該カメラは 3 D の奥行 (通称、レンジ) データ画像を取得すると共に、該 3 D データ画像から、カメラシステムの固有のパラメータを用いて 3 D 点座標を計算することができる。一例において、該通常の画像は、オーバーレイ

10

20

30

40

50

が示される合成画像を発生するために使用される。該通常画像及び奥行画像におけるピクセル間の対応付け（マッピング関数）が用いられる。このことは、両者が異なる位置及び向きを有する、奥行センサ以外のセンサにより取得され得る故に必要とされる。しかしながら、このことはコンピュータビジョンにおける及び近年の3Dカメラシステムにおける標準的問題であり、このマッピングは3Dカメラシステムの製造者により提供され得る。しかしながら、一例において、通常画像は3Dカメラシステムの固定エレメントではない通常のカメラにより取得され、その場合、このマッピング関数は、一度、計算される必要があり、当該カメラシステムの較正として知られるものである。また、RGB及び赤外等の2以上の追加の通常画像も使用され得ることに注意されたい。

【0043】

このように、当該カメラは単一の奥行画像を取得することができ、この奥行画像から3D点（各点の3D空間座標を意味する）を計算することができる。この画像内の被写体の3D点座標は、実行されるべきカメラ空間座標系から基準空間座標系への変換を可能にするために用いることができる。更に、奥行画像及び該計算された3D点は、例えば点群（ポイントクラウド）を用いた3D点の表現を提供するために用いることもできる。このように、事実上、奥行画像は3D画像を提供するために用いることができる。この場合、該3D画像の2D投影を、基準空間座標系において合成画像を発生するために用いることができる。他の例として、当該カメラが、奥行画像を取得すると同時に第2の2D画像（通常画像）を取得することもできる。当該奥行画像は、前述したように、カメラ空間座標系から基準空間座標系への変換を可能にするために使用される一方、当該通常画像はオーバーレイを示すことができる基準空間座標系（例えば、当該X線源の視点からの）において合成画像を発生するために使用される。

【0044】

典型的に、このことは当該カメラシステムに統合された2つの異なるセンサを必要とする。赤外のみの場合、単一のものであり得る。

【0045】

一例において、当該カメラは3D画像を決定するためにLIDAR等の飛行時間技術を使用する。一例において、当該カメラは3D画像を決定するために構造化光（structured light）を用いる。一例において、“カメラ”なる用語は、実際には、立体視システム等の、3D画像を提供するために一緒に使用される2以上の2Dカメラを指す。

【0046】

一例によれば、当該X線源はX線の広がり（範囲）を制限するように構成されたコリメータを有し、当該処理ユニットは基準空間座標系内でのX線の範囲の表示情報を発生するように構成される。この場合、該処理ユニットは、前記合成画像を該X線の範囲の表示情報と共に発生するよう構成される。

【0047】

一例によれば、該処理ユニットは、被写体の位置に上記X線の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【0048】

一例によれば、前記X線検出器はX線の暴露レベルを測定するように構成された少なくとも1つの暴露チェンバを有し、前記処理ユニットは、基準空間座標系内の該少なくとも1つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生するように構成される。この場合、該処理ユニットは上記少なくとも1つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【0049】

一例によれば、当該処理ユニットは被写体の位置に上記少なくとも1つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【0050】

一例によれば、前記X線検出器はX線を検出するように構成された作用領域を有し、前記処理ユニットは基準空間座標系内に該作用領域の範囲の表示情報を発生するよう構成さ

10

20

30

40

50

れる。この場合、該処理ユニットは上記作用領域の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するように構成される。

【 0 0 5 1 】

一例によれば、当該処理ユニットは当該被写体の位置に上記作用領域の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するよう構成される。

【 0 0 5 2 】

一例によれば、前記 X 線検出器は横方向及び長手方向軸を有し、前記処理ユニットは基準空間座標系内の該横方向軸及び / 又は長手方向軸の表示情報を発生するよう構成される。この場合、該処理ユニットは、上記横方向軸及び / 又は長手方向軸の表示情報を有する合成画像を発生するように構成される。

【 0 0 5 3 】

一例によれば、前記カメラは 2 D 画像を取得すると共に該画像を前記処理ユニットに供給するよう構成される。この場合、該処理ユニットは該 2 D 画像の利用を含む合成画像を発生するように構成される。

【 0 0 5 4 】

一例において、上記 2 D 画像は単色画像である。一例において、該 2 D 画像はカラー画像である。

【 0 0 5 5 】

図 2 は、X 線撮影装置のための画像を提供する方法 1 0 0 を基本ステップで示す。該方法 1 0 0 は：

- 配置ステップ 1 1 0 (ステップ (a) とも称する)において、被写体の収容のための検査領域を形成するように X 線源 2 0 を X 線検出器 3 0 に対して配置するステップであって、基準空間座標系が当該 X 線撮影装置の幾何学的パラメータに基づいて定められるステップ；

- 位置決めステップ 1 2 0 (ステップ (b) とも称する)において、前記検査領域を見するための位置及び向きにカメラ 4 0 を位置決めするステップ；

- 取得ステップ 1 3 0 (ステップ (c) とも称する)において、前記カメラによりカメラ空間座標系内で被写体の奥行画像を取得するステップであって、該奥行画像内において各ピクセル値が対応するピクセルに関する距離を表すステップ；

- 変換ステップ 1 4 0 (ステップ (d) とも称する)において、処理ユニット 5 0 によりマッピング関数を用いて前記カメラ空間座標系内の被写体の奥行画像を前記基準空間座標系に変換するステップであって、前記カメラの位置及び向きが基準空間座標系に対して、カメラ空間座標系内の空間点を基準空間座標系における対応する空間点にマッピングするマッピング関数を生じさせるように較正されているステップ；

- 発生ステップ 1 5 0 (ステップ (i) とも称する)において、基準空間座標系内で合成画像を発生するステップ；及び

- 出力ステップ 1 6 0 (ステップ (j) とも称する)において、前記合成画像を出力ユニット 6 0 により出力するステップ；

を有する。

【 0 0 5 6 】

一例によれば、前記 X 線源は X 線の範囲を制限するように構成されたコリメータを有し、前記方法は前記処理ユニットにより基準空間座標系内の X 線の範囲の表示情報を発生するステップ 1 7 0 (e) を有し、前記ステップ (i) は該 X 線の範囲の表示情報を伴う合成画像を発生するステップを有する。

【 0 0 5 7 】

一例によれば、ステップ (i) は、被写体の位置に前記 X 線の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するステップを有する。一例において、前記 X 線の範囲の表示情報を発生するステップは、放射線追跡アルゴリズムの使用を含む。

【 0 0 5 8 】

一例によれば、前記 X 線検出器は X 線の暴露レベルを測定するように構成された少なくとも

10

20

30

40

50

も 1 つの暴露チェンバを有し、当該方法は前記処理ユニットにより基準空間座標系内で該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生するステップ 180 (f) を有し、前記ステップ (i) は該少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有した合成画像を発生するステップを有する。

【0059】

一例において、ステップ (i) は、被写体の位置に前記少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を有する合成画像を発生するステップを有する。一例において、前記少なくとも 1 つの暴露チェンバの範囲の表示情報を発生するステップは、放射線追跡アルゴリズムの使用を含む。

【0060】

一例によれば、前記 X 線検出器は X 線を検出するように構成された作用領域を有し、当該方法は前記処理ユニットにより基準空間座標系内で該作用領域の範囲の表示情報を発生するステップ 190 (g) を有し、前記ステップ (i) は上記作用領域の範囲の表示情報を有した合成画像を発生するステップを有する。

【0061】

一例において、前記ステップ (i) は、被写体の位置に前記作用領域の範囲の表示情報を有する合成画像を発生するステップを有する。一例において、該作用領域の範囲の表示情報を発生するステップは、放射線追跡アルゴリズムの使用を含む。

【0062】

一例において、前記 X 線検出器は横方向及び長手方向軸を有し、当該方法は前記処理ユニットにより基準空間座標系内の該横方向軸及び / 又は長手方向軸の表示情報を発生するステップ 200 (h) を有し、前記ステップ (i) は、該横方向軸及び / 又は長手方向軸の表示情報を有した合成画像を発生するステップを有する。

【0063】

一例において、前記カメラは 2D 画像を取得するように構成され、当該方法は該画像を前記処理ユニットに供給するステップを有し、前記ステップ (i) は該 2D 画像の利用を含む。

【0064】

当該 X 線撮影装置及び X 線撮影装置のための画像を供給する方法を、図 3 ~ 図 5 に関連して更に詳細に説明する。

【0065】

操作者に対し拡張現実合成画像を高い幾何学的精度で示すために、3D 画像を取得することができる奥行カメラ、3D コンピュータビジョン方法及びディスプレイが、以下のステップに従って使用される。

【0066】

適切なフレームレートで奥行データ及び通常のビデオデータを供給する奥行カメラが、最小限の妨害で前記検査領域を撮像するように、例えば前記コリメータ上に配置される。前記 X 線源 (X 線管) 上に取り付けられた 3D カメラ (奥行カメラ) の一例が、図 3 に示されている。

【0067】

該カメラの位置及び向きは、当該 X 線撮影システムの幾何学的構成に対して較正されている。この手順は、該 X 線撮影システムの幾何学的パラメータのリアルタイム値との組み合わせで、点座標をカメラ座標系から X 線基準座標系へと変換することを可能にするようなマッピング関数を生じさせる。

【0068】

次のステップにおいて、当該患者並びに、デジタルオーバーレイとして、例えば暴露チェンバ、コリメーションウィンドウ及び検出器の作用領域の幾何学的に正確な位置及び形状を示す合成画像が、既知のコンピュータビジョン方法及び上記で得られた座標変換を用いて再構成される。

【0069】

10

20

30

40

50

このように、X線源から見た合成画像が当該奥行画像から再構成されるが、該合成画像は他の有利な点からも再構成することができ、X線源から見たものであることが必要とされるものではない。上記オーバーレイは、当該シーン上にX線源による中心投影を中心として適用することにより発生することができる。

【0070】

X線検出器上への患者の投影を表す合成画像も奥行画像から発生することができる。この場合、オーバーレイはX線検出器面上に投影される異なるパターンの大きさ、形状及び位置を計算することにより発生される。

【0071】

当該拡張現実合成画像は、ディスプレイ上で操作者に対し示される。異なるオーバーレイのタイプの各々を表すために異なるカラーを用いることができる。

10

【0072】

図4は、3Dカメラによりキャプチャされた奥行データを用いて発生することができる暴露チェンバ及びコリメーションウインドウに関するオーバーレイの一例を示す。図4には、3つの図が示されている。左側の図は、3Dカメラにより取得された画像を示す。中央の図には、暴露チェンバ及びコリメーションウインドウのオーバーレイが、提案されるマッピング関数を適用することなしに、当該3Dカメラの視点から見て、即ち該カメラの空間座標系で示されている。右側の図において、これらオーバーレイは、当該X線撮影装置の幾何学的パラメータ及び当該カメラの較正から導出されたマッピング関数に基づいて幾何学的に補正されており、かくして正しいピクセル位置に正確に配置されている。

20

【0073】

図5は、左側に補正を受けていない照準(collimation)のオーバーレイを伴う、右側には補正された照準のオーバーレイを伴う画像を示す。左側の図は、カメラから見た3Dシーンを示す。当該カメラはX線源側に配置されているので、照準のオーバーレイ(被検者の背中に投影された長方形)の位置及び寸法は、基準として選択されるX線源までの距離に依存する。このことが、2つの異なる長方形により表されている。カメラ空間座標系から基準空間座標系への変換の後、右側の図に示されるように、当該3DシーンはX線源から見たものとして示される。かくして、照準のオーバーレイの位置及び寸法は、基準として選択されたX線源までの距離からは独立となり、光プロジェクタを用いて得られる位置及び寸法に更に正確に合致する。

30

【0074】

[カメラの較正] 一般的に、検査室に対して又は医療撮像システム若しくはX線撮影装置に対して特定される座標系で3D点の座標を表すことが望ましい。以下では、この基準空間座標系を、カメラ空間座標系とは対照的に“ワールド”座標系と称される。

【0075】

外因的カメラパラメータが、ワールド座標系における3D点 P_w からカメラ座標系における3D点 P_c への変換を記述する。これらは：

【数1】

$$P_w = \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix}$$

$$P_c = \begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix}$$

40

により与えられる。

【0076】

R及びTを、外因的カメラパラメータを定義する回転及び並進とすると、下記の関係が成り立つ：

50

【数 2】

$$\begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} + T$$

【0077】

並進ベクトルTは、カメラ座標系で表されたワールド座標系の原点の座標と見ることができる。回転行列の各列は、ワールド座標系の主軸に沿って向けられた単位ベクトルの座標（カメラ座標系内の）を示す。

10

【0078】

所与のカメラ位置及び向きに関する外因的パラメータを決定するために、以下の方法を用いることができる。この方法においては、画像座標での2D点のカメラ座標での3D点へのマッピングを定める当該カメラの内因的（生来的）パラメータが既に分かっていると仮定される。これらは、例えば市松模様の画像に基づく既知の方法を用いて計算することができる。例えば、http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/calib3d/camera_calibration/camera_calibration.htmlを参照されたい。

【0079】

まず、既知の被写体の奥行画像が当該カメラにより取得される。この画像において、ワールド座標系における既知の座標の複数の校正点が決定される。これらの点は、例えば、検出器の前面カバーの角等のワールド座標系の特定の既知の位置に配置することができる。これらの校正点は、N個の対 (P_c^i, P_w^i) 、 $0 \leq i < N$ からなる校正データセットを構成し、 $P_c^i = R \cdot P_w^i + T$ なるタイプのN個の方程式の組となる。この線形系は、次いで、回転行列R及び並進ベクトルTの未知の係数に対して解くことができる。計算アルゴリズムの例は、文献：Berthold K.P. Horn. Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions. J. Opt. Soc. Am. A. Vol. 4, No. 4, 629-642, 1987で見付けることができる。

20

【0080】

数 $N > 3$ が用いられ（系が過剰に決定される）、且つ、構成点が共面的でない場合、増加されたロバストさが得られる。

30

【0081】

他の方法も使用することができる。例えば、明確に定められた構成点の組を用いる代わりに、既知の模様を持つ基準3D物体（例えば、検出器前面カバーの部分）等のワールド座標系を描くポイントクラウド（点群）を用いることができる。まず、該基準物体上に位置しそうな候補校正点を、取得された画像から例えばエッジ検出器を用いて抽出することができる。次いで、これらの候補校正点とワールド座標での基準3Dポイントクラウドとの間の合致を、未知の回転行列R及び並進ベクトルTと一緒に、文献：Rusinkiewicz et al.: Szymon Rusinkiewicz and Marc Levoy. Efficient Variants of the ICP algorithm s. International Conference on 3D Digital Imaging and Modeling (3DIM), 2001に記載されたような反復型最近点アルゴリズムを用いて計算することができる。

40

【0082】

他の例示的实施態様においては、コンピュータプログラム又はコンピュータプログラム要素が提供され、該コンピュータプログラム又はコンピュータプログラム要素は、上述した実施態様の1つによる方法の方法ステップを適切なシステム上で実行するように構成されることを特徴とする。

【0083】

上記コンピュータプログラム要素は、従って、一実施態様の一部とすることもできるコンピュータユニットに記憶することができる。このコンピュータユニットは、上述した方法のステップの実行を行い又は誘起するよう構成することができる。更に、該コンピュータユニットは、前述した装置及び/又はシステムの構成要素を動作させるように構成するこ

50

とができる。該コンピュータユニットは、自動的に動作し及び／又はユーザの指令を実行するように構成することができる。コンピュータプログラムは、データプロセッサのワーキングメモリにロードすることができる。該データプロセッサは、このように、前述した実施態様の１つによる方法を実行するように装備することができる。当該コンピュータプログラム又は出力ユニットは、撮像又はナビゲーションシステムに統合することができる。

【００８４】

本発明の該例示的实施態様は、本発明を最初から使用するコンピュータプログラム、及び更新により既存のプログラムを、本発明を使用するプログラムに変えるコンピュータプログラムの両方をカバーするものである。

【００８５】

更に、前記コンピュータプログラム要素は、前述した方法の例示的実施態様の手順を満たすために必要な全てのステップを提供することができる。

【００８６】

本発明の他の例示的実施態様によれば、ＣＤ－ＲＯＭ又はＵＳＢスティック等のコンピュータ読取可能な媒体が提供され、該コンピュータ読取可能な媒体は先の段落により説明されたコンピュータプログラム要素を記憶している。

【００８７】

コンピュータプログラムは、光記憶媒体又は他のハードウェアと一緒に供給され若しくは他のハードウェアの一部として供給される固体媒体等の適切な媒体により記憶及び／又は分配することができるのみならず、インターネット又は他の有線若しくは無線通信システムを介してのように、他の形態で分配することもできる。

【００８８】

しかしながら、上記コンピュータプログラムは、ワールドワイドウェブ等のネットワークを介して提供することもでき、斯様なネットワークからデータプロセッサのワーキングメモリにダウンロードすることもできる。本発明の他の例示的実施態様によれば、コンピュータプログラム要素をダウンロードのために利用可能にする媒体も提供され、該コンピュータプログラム要素は本発明の前述した実施態様の１つによる方法を実行するように構成される。

【００８９】

本発明の実施態様は異なる主題に関して説明されていることに注意されたい。特に、幾つかの実施態様は方法のタイプの請求項に関して説明されている一方、他の実施態様は装置のタイプの請求項に関して説明されている。しかしながら、当業者であれば、上記及び以下の記載から、そうでないと明示されない限り、１つのタイプの主題に属するフィーチャのいずれの組み合わせにも加えて、異なる主題に係るフィーチャの間の任意の組み合わせも本出願により開示されていると見なされることが分かるであろう。しかしながら、全てのフィーチャは、斯かるフィーチャの単なる寄せ集め以上の相乗効果を提供するように組み合わせることができるものである。

【００９０】

以上、本発明を図面及び上記記載において詳細に図示及び説明したが、斯かる図示及び説明は解説的又は例示的なものであって、限定するものではないと見なされるべきである。本発明は、開示された実施態様に限定されるものではない。開示された実施態様に対する他の変形例は、当業者によれば、請求項に記載の本発明を実施するに際して図面、本開示及び従属請求項の精査から理解し、実施することができるものである。

【００９１】

尚、請求項において“有する”なる文言は他の要素又はステップを排除するものではなく、単数形は複数を排除するものではない。また、単一のプロセッサ又は他のユニットは、請求項に記載された幾つかの項目の機能を満たすことができる。また、特定の手段が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これら手段の組み合わせを有利に使用することができないということを示すものではない。また、請求項におけるいずれの符号も当該範囲を限定するものと見なしてはならない。

10

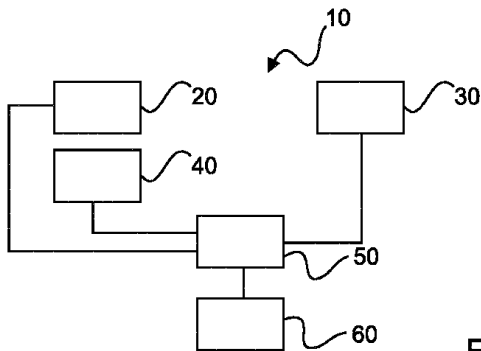
20

30

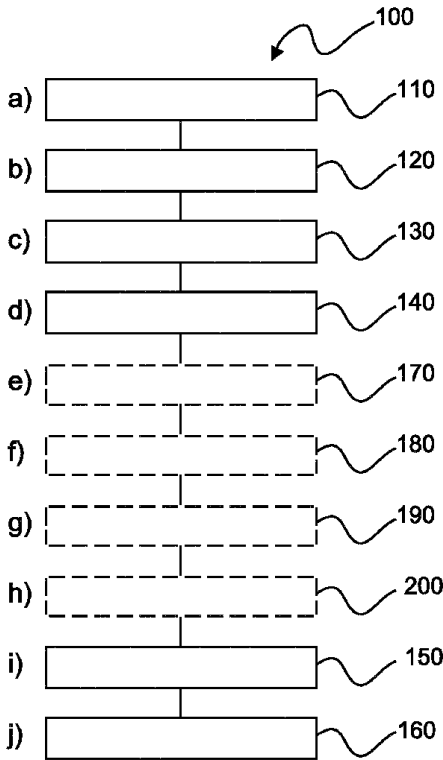
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



【図 3】

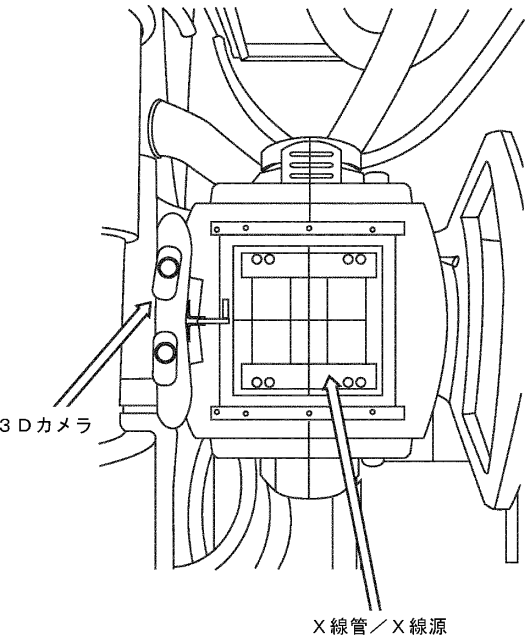
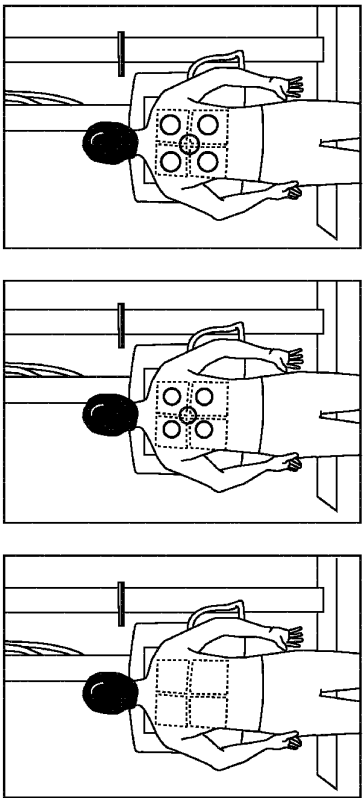


図 3

【図 4】



10

20

30

40

50

【 図 5 】

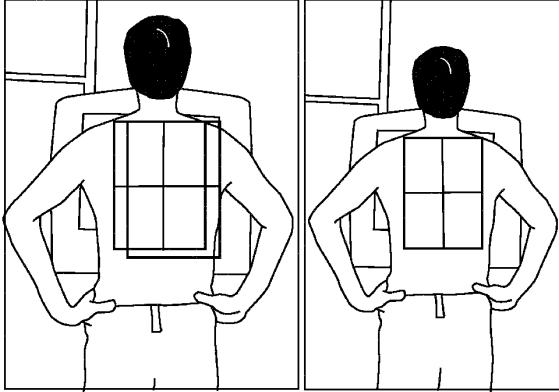


Fig.5

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 マーク ハンス インゴ
 オランダ国 ５６５６ アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５
- (72)発明者 ベルトルト マーティン
 オランダ国 ５６５６ アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５
- 審査官 松岡 智也
- (56)参考文献 特表２０１５－５２６２３１（ＪＰ，Ａ）
 国際公開第２０１６／１０３３６１（ＷＯ，Ａ１）
 国際公開第２０１６／００１１３０（ＷＯ，Ａ１）
 特開２０１５－２１３６７１（ＪＰ，Ａ）
 米国特許出願公開第２０１５／０３６３００２（ＵＳ，Ａ１）
- (58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
 Ａ６１Ｂ ６／００－６／１４